

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
DE 195 43 430 A 1

⑰ Aktenzeichen: 195 43 430.7
⑱ Anmeldetag: 22. 11. 95
⑳ Offenlegungstag: 28. 5. 97

⑥ Int. Cl.⁸:
C 04 B 35/66
C 03 B 5/43
C 04 B 41/60
C 04 B 35/667
C 04 B 35/101
F 02 C 7/24

DE 195 43 430 A 1

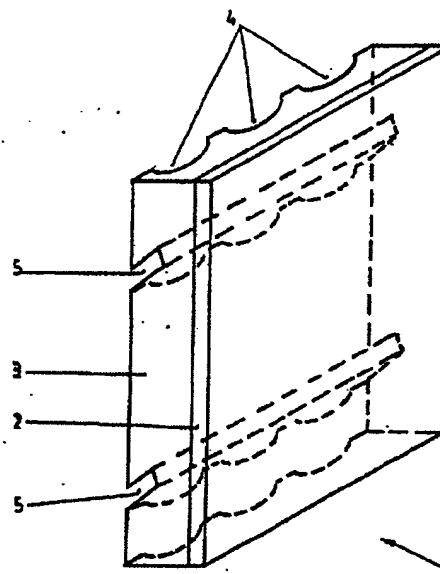
⑦ Anmelder:
VGT Industriekeramik GmbH, 37247 Großalmerode,
DE
⑭ Vertreter:
Rehberg und Kollegen, 37085 Göttingen

⑧ Erfinder:
Petschauer, Hans, 37247 Großalmerode, DE
⑮ Entgegenhaltungen:
DE 38 08 809 A1
DE 37 00 478 A1
DE-GM 82 29 588

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑥ A Zwischenschichtstein

⑥ Ein Zwischenschichtstein zur Auskleidung eines Feuerraums, einer Glasschmelzanlage o. dgl., weist eine einem reaktiven Medium zuzukehrende äußere Schutzschicht aus einem gegenüber dem Medium hochresistenten keramischen Material, und eine mit der Schutzschicht verbundene und dem reaktiven Medium abzukehrende Isolierschicht auf, wobei die Schutzschicht und die Isolierschicht einstufig abgeformt, insbesondere verpreßt und als einstückiger Formkörper gebrannt sind. Die Isolierschicht (3) enthält das keramische Material der Schutzschicht (2) in einer anteiligen Grundkomponente. Die Isolierschicht (3) weist eine höhere Porosität als die Schutzschicht (2) auf. Die höhere Porosität der Isolierschicht (3) ist durch Verwendung von bis zu 50 Gew.-% inerten Leichtfüllstoffen und/oder Ausbrennstoffen erreicht.



DE 195 43 430 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 97 702 022/28

1/27

Die Erfindung bezieht sich auf einen Zweischichtstein zur Auskleidung eines Feuerraums, einer Glasschmelzanlage o. dgl., mit einer einem reaktiven Medium zuzukehrenden äußeren Schutzschicht aus einem gegenüber dem Medium hochresistenten keramischen Material, und einer mit der Schutzschicht verbundenen und dem reaktiven Medium abzugehrenden Isolierschicht, wobei die Schutzschicht und die Isolierschicht einstufig abgeformt, insbesondere verpreßt und als einstückiger Formkörper gebrannt sind. Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Zweischichtsteins.

Ein Zweischichtstein der eingangs beschriebenen Art ist aus der EP-A-0 416 375 bekannt. Hierbei handelt es sich um eine Wärmedämmplatte für die Verkleidung der Kesselrohre und/oder Wände in Dampf- oder Fernwärmeerzeugungsanlagen. Die Wärmedämmplatte weist zwei hintereinander angeordnete und miteinander versinterte Schichten auf, von denen die Schutzschicht aus Siliciumcarbid und die Isolierschicht aus Aluminiumoxid besteht. Die Schutzschicht weist Schlacke ab, die insbesondere beim Betreiben der Dampf- oder Fernwärmeerzeugungsanlagen mit Hausmüll entsteht. Die Isolierschicht bewirkt eine Wärmedämmung des Feuerraums. Diese Wärmedämmung ist erforderlich, damit eine Temperatur erreicht wird, bei der sich die bei der Müllverbrennung entstehenden Schadstoffe wieder zersetzen. Hierzu ist es in der Regel erforderlich, daß die entweichenden Rauchgase zumindest für die Dauer von zwei Sekunden auf einer Temperatur von mindestens 850° Celsius gehalten werden. Die bekannte Wärmedämmplatte hat den Nachteil, daß sich die miteinander versinterten Schichten insbesondere unter wechselnden Temperaturen und beim Auftreten von Alkali-Schäden in der Schutzschicht aus Siliciumcarbid trotz der Versinterung voneinander trennen. D. h., die Schutzschicht aus Siliciumcarbid fällt in den Kesselraum hinab und die Isolierschicht ist dem Angriff der Schlacke schutzlos ausgesetzt.

Ähnliche Anforderungen wie an Wärmedämmplatten für die Verkleidung der Kesselrohre und/oder Wände in Dampf- oder Fernwärmeerzeugungsanlagen ergeben sich auch in anderen Bereichen. Diese Anforderungen lassen sich in der Form zusammenfassen, daß ein reaktives Medium einerseits chemisch abzuschirmen und andererseits thermisch zu isolieren ist, worin hinsichtlich der zu verwendenden Materialien widerstreitende Anforderungen zu sehen sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Zweischichtstein eingangs beschriebenen Art aufzuzeigen, der eine besonders hohe Verschleißbeständigkeit aufweist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Isolierschicht das keramische Material der Schutzschicht in einer anteiligen Grundkomponente enthält, daß die Isolierschicht eine höhere Porosität als die Schutzschicht aufweist, und daß die höhere Porosität der Isolierschicht durch Verwendung von bis zu 50 Gew.-% inerten Leichtfüllstoffen und/oder Ausbrennstoffe erreicht ist.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß bei der bekannten Wärmedämmplatte und entsprechenden anderen Zweischichtsteinen eine Ablösung der beiden Schichten voneinander im wesentlichen auf unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten der Schutzschicht und der Isolierschicht zurückzuführen ist. So

weist beispielsweise Siliciumcarbid einen Ausdehnungskoeffizienten auf, der nur etwa zwei Drittel so groß ist, wie derjenige von Aluminiumoxid. Der Unterschied der Ausdehnungskoeffizienten wächst noch weiter an, wenn Alkalien unter Bildung von Feldspäten in der Aluminiumoxidschicht reagieren. Alle derartigen Ursachen für eine Trennung der beiden Schichten werden durch die Erfindung beseitigt oder zumindest reduziert. Gemäß der Erfindung weisen die beiden Schichten dieselbe keramische Zusammensetzung (Grundkomponente) auf, d. h. ihre Ausdehnungskoeffizienten sind bis auf den nahezu vernachlässigbaren Einfluß der Leichtfüllstoffe und/oder der Ausbrennstoffe und der dadurch bewirkten unterschiedlichen Porosität identisch. Ebenso identisch wie ihr thermisches Verhalten ist ihr Verhalten gegenüber chemischen Einwirkungen. Letztlich spielt auch eine Rolle, daß eine Ablösung der Schutzschicht von der Isolierschicht nicht automatisch zu einer Zerstörung der Isolierschicht durch das reaktive Medium führt, da auch die Isolierschicht aus der gegenüber dem Medium resistenten keramischen Masse besteht. Der einzige Unterschied zwischen der Isolierschicht und der Schutzschicht, der von Bedeutung ist, ist die unterschiedliche Porosität. Dies bedeutet idealisiert einen Unterschied ausschließlich hinsichtlich der physikalischen Größe der Wärmeleitfähigkeit. Dabei sind aufgrund der größeren Porosität der Isolierschicht auch bei solchen keramischen Zusammensetzungen gute Isoliereigenschaften zu erreichen, die sich eigentlich durch eine relativ hohe Wärmeleitfähigkeit auszeichnen und die damit für die Bildung einer Isolierschicht eigentlich nicht geeignet erscheinen.

Die Schutzschicht besteht in der Regel aus Siliciumcarbid. Das Siliciumcarbid bildet auch die Grundkomponente der Isolierschicht. Damit wird ein keramisches Material mit guter Schutzwirkung, aber höherer Wärmeleitfähigkeit eingesetzt. Der andere Anteil der Isolierschicht besteht aus Leichtfüllstoffen und/oder Ausbrennstoffen. Der Einsatz von Leichtfüllstoffen ist eine Möglichkeit, die gewünschte höhere Porosität der Isolierschicht zu realisieren. Bei den Leichtfüllstoffen kann es sich beispielsweise um Hohlkugelkorund handeln. Hohlkugelkorund besteht aus dünnwandigen luft- oder gasgefüllten Kugeln aus Aluminiumoxid mit einer Wandstärke im Mikrometerbereich. Ein derartiger Zuschlag verändert die relevanten Eigenschaften der Isolierschicht gegenüber der Schutzschicht nicht nennenswert. Insbesondere hat er keinen relevanten Einfluß auf den Ausdehnungskoeffizienten. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Hohlkugeln durch die sie umgebende keramische Matrix in dem Umfang verformt werden, wie sie zu einer anderen Ausdehnung neigen. Im übrigen gleicht der beispielsweise im Vergleich zu Siliciumcarbid größere Ausdehnungskoeffizient des Aluminiumoxids in etwa den leicht reduzierten Ausdehnungskoeffizienten der Isolierschicht aufgrund ihrer größeren Porosität aus.

Die größere Porosität der Isolierschicht kann auch ohne die Verwendung von Leichtfüllstoffen erreicht werden. Hierzu sind der Grundkomponente der keramischen Masse für die Isolierschicht vor dem Brennen Ausbrennstoffe in der gewünschten Menge zuzuschlagen. Bei Ausbrennstoffen handelt es sich um organische Substanzen, z. B. Sägemehl, Polystyrol etc., die sich beim Brennen zersetzen und entweichen.

Unterschiede in der Porosität der Schutzschicht und der Isolierschicht können in bestimmten Umfang auch durch unterschiedlichen Körnungsaufbau erreicht wer-

den. Diese Maßnahme allein ist hier jedoch nicht ausreichend.

Die Porosität der Isolierschicht ist vorzugsweise 1,5-mal bis 3-mal so groß wie die Porosität der Schutzschicht. Hiermit wird unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Schutzschicht zum Rückhalten des reaktiven Mediums in aller Regel möglichst dicht ausgebildet ist, zwar eine gute Isolierwirkung, aber auch noch eine ausreichende mechanische Stabilität der Isolierschicht erreicht. Es versteht sich, daß mit der zunehmenden Porosität der Isolierschicht grundsätzlich deren Wärmedämmfähigkeit zunimmt, aber ihre mechanische Stabilität abnimmt.

In einer konkreten Ausführungsform, deren Anwendungsbereich der bekannten Wärmedämmplatte entspricht, besteht die Schutzschicht zu mehr als 90 Gew.-% aus Siliciumcarbid. Dabei weist sie eine offene Porosität von 10 bis 16 Vol.-% auf. Hiermit wird ein guter Schutz gegen das Verschlacken der Zweischichtsteine bei Verwendung zur Verkleidung der Kesselrohre und/oder Wände in Dampf- oder Fernwärmeerzeugungsanlagen, die mit Hausmüll betrieben werden, erreicht. Wie die Schutzschicht besteht dann auch die Isolierschicht im wesentlichen aus Siliciumcarbid. Siliciumcarbid weist zwar bekanntermaßen eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf. Dennoch werden bei offenen Porositäten in der Isolierschicht von 20 bis 40 Vol.-% ausreichende Isoliereigenschaften erhalten, um die Rauchgase in einer Müllverbrennungsanlage für die erforderliche Zeit von zwei Sekunden auf Temperaturen über 850°C halten.

Bei der Ausbildung des Zweischichtsteins als Wärmedämmplatte aus Siliciumcarbid beträgt der Anteil des inerten Leichtfüllstoffes an der Isolierschicht vorzugsweise 15 bis 35 Gew.-%. Es können auch verschiedene Leichtfüllstoffe in Kombination eingesetzt werden. Die Zahlenangaben beziehen sich auf den Fall, in dem die gewünschte Porositätssteigerung der Isolierschicht ausschließlich auf dem Zuschlag der Leichtfüllstoffe beruht. Wenn zusätzlich oder statt dessen Ausbrennstoffe eingesetzt werden und die Porosität auch durch unterschiedliche Körnungen der Bestandteile der keramischen Massen gesteuert wird, kann der Anteil der inerten Leichtfüllstoffe auch deutlich kleiner sein oder sogar null betragen.

Bei der Wärmedämmplatte aus Siliciumcarbid weist die Schutzschicht, d. h. die dichte Siliciumcarbidschicht eine Dicke von mindestens fünf Millimetern auf. Die Dicke kann aber ohne weiteres auch 50% der gesamten Dicke der Wärmedämmplatte betragen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Wärmedämmfähigkeit mit zunehmendem Anteil der Schutzschicht, d. h. abnehmendem Anteil der Isolierschicht, zurückgeht.

Bei der Wärmedämmplatte kann die Isolierschicht auf ihrer freien Seite Ausnehmungen zur teilweisen Aufnahme von Rohren und mindestens eine nicht bis zur Schutzschicht vordringende und schräg zu ihrer Hauptstreckungsebene verlaufende Vertiefung zu vertikalen Aufhängung des Zweischichtsteins an einem Haken aufweisen. Durch die Ausnehmungen ist die Wärmedämmplatte an sich aus nebeneinander angeordneten Rohren zusammensetzende Wandungen angepaßt. Die Vertiefungen zur Aufhängung dringen nicht bis zur Schutzschicht vor, um unerwünschte Wärmebrücken zu vermeiden, die mit einem Wärmeverlust im Kesselraum und einer thermischen Belastung der Aufhängung verbunden wären.

Eine Anwendung kann der neue Zweischichtstein bei-

spielsweise auch bei der Auskleidung von Hochtemperatursinteröfen finden, in denen eine Wasserstoffatmosphäre mit einer Temperatur von ca. 1700°C vorliegt. Eine solche Wasserstoffatmosphäre wird üblicherweise durch einen dichten und reinen Korund abgeschirmt, d. h. die Schutzschicht besteht zu mindestens 95 Gew.-% aus Aluminiumoxid und weist eine offene Porosität von 17 bis 23 Vol.-% auf. Hierin schließt sich bei dem neuen Zweischichtstein eine Isolierschicht ebenfalls aus mit über 95% reinem Korund an, die eine Porosität von etwa 60 Vol.-% aufweist. Diese hohe Porosität ist mit hervorragenden Isoliereigenschaften verbunden, wie sie zur Temperaturdämmung bei Hochtemperatursinteröfen erforderlich sind.

Ein Verfahren zur Herstellung des neuen Zweischichtsteins bei dem die keramischen Massen für die Schutzschicht und für die Isolierschicht miteinander verpreßt und gemeinsam gebrannt werden ist dadurch gekennzeichnet, daß beim Verpressen die keramische Masse für die Schutzschicht größeren Drücken ausgesetzt wird als die keramische Masse für die Isolierschicht.

Bei der Herstellung des Zweischichtsteins ist es wichtig, daß die keramischen Massen für die Schutzschicht und die Isolierschicht simultan verpreßt werden. Ein separates Verpressen und anschließendes Aufeinanderfügen ist undenkbar. Das simultane Verpressen der keramischen Massen schließt jedoch ein Einstampfen in eine Form nicht aus. Beim Einstampfen ist jedoch darauf zu achten, daß vor dem Einfüllen der zweiten keramischen Masse die Oberfläche der ersten keramischen Masse aufgeraut wird, um eine gute Verbindung sicherzustellen. Beim Verpressen von keramischen Massen treten typischerweise unterschiedliche Drücke in unterschiedlichen Bereichen der Form auf. Diese Druckverteilung ist so zu berücksichtigen, daß die keramische Masse für die Schutzschicht in den Bereichen angeordnet wird, wo die größeren Drücke herrschen. Hierdurch wird eine weitere Einflußmöglichkeit für die Steuerung der gewünschten Porositäten der Schutzschicht und der Isolierschicht gewonnen. Bei der Verwendung von Leichtfüllstoffen in der Isolierschicht ist die Berücksichtigung der unterschiedlichen Drücke in der Form darüberhinaus erforderlich, um eine Zerstörung deren Hohlstrukturen zu vermeiden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert und beschrieben. Dabei zeigt die Figur einen als Wärmedämmplatte ausgebildeten Zweischichtstein für die Verkleidung der Kesselrohre und/oder Wände in Dampf- oder Fernwärmeerzeugungsanlagen, die mit Hausmüll betrieben werden.

Die in der Figur dargestellte Wärmedämmplatte 1 weist eine dem Kesselraum oder der Rauchgasführung einer Verbrennungsanlage zugeordnete äußere Schutzschicht 2 und eine dahinter angeordnete Isolierschicht 3 auf. In der Isolierschicht 3 sind Ausnehmungen 4 zur teilweisen Aufnahme von Rohren vorgesehen, die Bestandteil der Wandung des Kesselraums bzw. der Rauchgasführung sind. Zur Aufhängung der Wärmedämmplatte 1 an dieser Wandung sind Vertiefungen 5 in der Isolierschicht 3 vorgesehen, die nicht bis zu der Schutzschicht 2 vordringen und schräg zu der Hauptstreckungsebene der Isolierschicht 3 verlaufen. Die Vertiefungen 5 dienen zum vertikalen Aufhängen der Wärmedämmplatte 1 an hier nicht dargestellten Haken. Die Schutzschicht 2 und die Isolierschicht 3 bestehen im wesentlichen aus Siliciumcarbid und können gemäß einem der beiden nachfolgenden Herstellungsbeispiele 1

und 2 hergestellt sein.

Herstellungsbeispiel 1

Für die Schutzschicht werden 95 Gew.-% Siliciumcarbid in einer Körnung von 0 bis 5 Millimetern und 5 Gew.-% Bindemittel angesetzt. Für die Isolierschicht werden der Mischung für die Schutzschicht zusätzlich organische Ausbrennstoffe, z. B. Sägemehl, zugesetzt, bis deren Anteil 20 Gew.-% beträgt. Hierdurch reduziert sich der Siliciumcarbidanteil an der Isolierschicht auf 76 Gew.-% und der Bindemittelanteil auf 4 Gew.-%. Die beiden keramischen Massen werden ohne Zwischenpressen übereinander in eine Form eingefüllt und zu Platten mit einer Dicke von 40 mm miteinander verpreßt. Hierbei ergibt sich in Abhängigkeit von der Körnung des Siliciumcarbids ein Übergangsbereich von etwa 5 mm Dicke. Nach dem Brennen weist die Schutzschicht eine offene Porosität von 14 Vol.-% auf. Diese Porosität kann durch Verwendung von Siliciumcarbid in einer anderen Körnung variiert werden. Mit einer feineren Körnung könnte zwar die Porosität erniedrigt werden. Dieses fördert jedoch die unerwünschte Bildung von Cristobalit, die mit einer Volumenvergrößerung der Schutzschicht einhergeht. Neben der Körnung des Siliciumcarbids ist auch das verwendete Bindemittel eine Einflußgröße auf die Gefahr der Bildung von Cristobalit. Vorzugsweise wird ein Bindemittel verwendet, das das Siliciumcarbid mit einem glasartigen Überzug versieht. Die Isolierschicht weist nach dem Brennen eine offene Porosität von 35 Vol.-% auf, womit trotz der Verwendung von Siliciumcarbid für die Isolierschicht eine gute Wärmedämmfähigkeit erreicht wird.

Herstellungsbeispiel 2

Die Vorgehensweise entspricht derjenigen beim Herstellungsbeispiel 1. Statt der organischen Ausbrennstoffe werden jedoch Leichtfüllstoffe der keramischen Masse für die Isolierschicht zugesetzt. Dabei handelte es sich um Hohlkugelnkorund. Der Anteil des Hohlkugelnkorunds an der Isolierschicht beträgt 25 Gew.-%. Zur Bindung des Hohlkugelnkorunds wurde der Anteil des Bindemittels auf insgesamt 10 Gew.-% erhöht. Die verbleibenden 64 Gew.-% entfallen auf das Siliciumcarbid. Hiermit wird nach dem Brennen eine offene Porosität der Isolierschicht von 30 Vol.-% erreicht.

Herstellungsbeispiel 3

Die Vorgehensweise entspricht auch hier prinzipiell dem Herstellungsbeispiel 1. Für die Schutzschicht wird reiner Korund mit einem Aluminiumoxidanteil von 98 Gew.-% in einer Körnung bis 3 mm eingesetzt. Für die Isolierschicht wird ein Teil des Korunds in Form von Hohlkugelnkorund eingesetzt. Beide Schichten werden unter Verwendung von temporären Bindemitteln miteinander verpreßt und anschließend gebrannt. Hiernach ergibt sich für die Schutzschicht eine offene Porosität von 20 Vol.-% bei einer Dichte von 3,05 g/cm³ und einer Druckfestigkeit von 70 MPa.

Bei der Isolierschicht ergibt sich eine offene Porosität von 60 Vol.-% bei einer Dichte von 1,45 g/cm³ und einer Druckfestigkeit von 8 MPa.

Patentansprüche

1. Zweischichtstein zur Auskleidung eines Feuer-

raums, einer Glasschmelzanlage o. dgl., mit einer einem reaktiven Medium zuzukehrenden äußeren Schutzschicht aus einem gegenüber dem Medium hochresistenten keramischen Material, und einer mit der Schutzschicht verbundenen und dem reaktiven Medium abzukehrenden Isolierschicht, wobei die Schutzschicht und die Isolierschicht einstufig abgeformt, insbesondere verpreßt und als einstückiger Formkörper gebrannt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (3) das keramische Material der Schutzschicht (2) in einer anteiligen Grundkomponente enthält, daß die Isolierschicht (3) eine höhere Porosität als die Schutzschicht (2) aufweist, und daß die höhere Porosität der Isolierschicht (3) durch Verwendung von bis zu 50 Gew.-% inerten Leichtfüllstoffe und/oder Ausbrennstoffe erreicht ist.

2. Zweischichtstein nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Porosität der Isolierschicht (3) 1,5-mal bis 3-mal so groß ist wie die Porosität der Schutzschicht (2).

3. Zweischichtstein nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der inerte Leichtfüllstoff Hohlkugelnkorund ist.

4. Zweischichtstein nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (2) zu mehr als 90 Gew.-% aus SiC (Siliciumcarbid) besteht und eine offene Porosität von 10 bis 16 Vol.-% aufweist.

5. Zweischichtstein nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (3) eine offene Porosität von 20 bis 40 Vol.-% aufweist.

6. Zweischichtstein nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des inerten Leichtfüllstoffs an der Isolierschicht 15 bis 35 Gew.-% beträgt.

7. Zweischichtstein nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (2) eine Dicke von mindestens 5 mm aufweist.

8. Zweischichtstein nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (3) auf ihrer freien Seite Ausnehmungen zur teilweisen Aufnahme von Rohren und mindestens eine nicht bis zur Schutzschicht (2) vordringende und schräg zu ihrer Haupterstreckungsebene verlaufende Vertiefung zur vertikalen Aufhängung des Zweischichtsteins an einem Haken aufweist.

9. Zweischichtstein nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (2) zu mindestens 95 Gew.-% aus Al₂O₃ (Korund) besteht und eine offene Porosität von 17 bis 23 Vol.-% aufweist.

10. Verfahren zur Herstellung eines Zweischichtsteins nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die keramische Masse für die Schutzschicht und die keramische Masse für die Isolierschicht miteinander einstufig abgeformt, insbesondere verpreßt, und als einstückiger Formkörper gebrannt werden, dadurch gekennzeichnet, daß beim Verpressen die keramische Masse für die Schutzschicht (2) größeren Drücken ausgesetzt wird als die keramische Masse für die Isolierschicht (3).

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

